黑胸散白蚁的分飞成熟年龄及生殖蚁对子代个体分化的抑制作用

刘源智[1]，谭速进[2]，魏翰均[2]，孙剑宁[2]，唐国清[1]，陈 诗[1]
（1.四川省林业科学研究院，成都 610081；2.成都市白蚁防治研究所，成都 610016）

摘要：实验室配对饲养黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* 表明，黑胸散白蚁新群体在原始生殖蚁控制下，83.30%的群体在第9年分出了有翅成虫，16.70%的群体在第7年发生有翅成虫分飞，平均分飞成熟年龄为8.67年；由补充生殖蚁控制的群体在第6年即有53.85%的群体发生分飞，第7年有46.15%的群体分飞，平均分飞成熟年龄为6.38年，较原始生殖蚁控制的群体发生分飞平均提前2.29年。初次发生分飞时群体内个体数量前者明显多于后者。研究还发现，群体内补充生殖蚁的数量与分飞发生的早迟关系不大。作者认为在黑胸散白蚁中，原始生殖蚁对补充生殖蚁和若蚁的产生具有较强的抑制作用，而补充生殖蚁对上述品级的分化虽有一定抑制，但不如原始生殖蚁强。认为黑胸散白蚁群体发展速度在品级分化的调节上起到不可忽视的作用，但一定要在生殖蚁分泌外激素的能力开始减弱后才能发挥效应。

关键词：黑胸散白蚁；成熟年龄；分飞；生殖蚁；抑制作用
中图分类号：Q965 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）03-0346-06

The developmental length for flight and inhibition from reproductives on individual differentiation of colony of *Reticulitermes chinensis* Snyder

LIU Yuan-Zhi[1]，TAN Su-Jin[2]，WEI Han-Jun[2]，Sun Jian-Ning[2]，TANG Guo-Qing[1]，Chen Shi[1]（1.Sichuan Academy of Forestry，Chengdu 610081，China；2.Chengdu Institute of Termite Control，Chengdu 610016，China）

Abstract: The developmental length for mating flight and the inhibition from reproductive caste on individual differentiation of colony in *Reticulitermes chinensis* Snyder were investigated. The results showed that 16.70% of reared colonies presented flight at the seventh year and 83.70% at ninth year under a pair of first-form reproductives. The duration of the development for flight was 8.67 years on average. But 53.85% of those colonies under replacement reproductive types did flight at the sixth year and 46.15% at the seventh. Actually those colonies under replacement reproductives presented flight 2.29 years earlier than those under first-form ones on average. When the flight took place，the members in colonies under first-form reproductives were much more than those under the replacement reproductives for the former had longer development duration. It was also found that the number of replacement reproductives in colonies had no obvious relationship with the developmental length for flight. Based on these observations，it was inferred that the first-form reproductives could inhibit the differentiation of the replacement reproductives and nymphs much more strongly than the replacement reproductives could do. Even though the developing speed of colonies in *Reticulitermes chinensis* took an important role in the differentiation of castes，the obvious influence would come into being after the pheromone excreting in reproductives weakened.

Key words: *Reticulitermes chinensis* Snyder; developmental length; mating flight; reproductive; inhabition

自白蚁群体发育的“抑制学说”（Pickens，1932）提出后，不少作者也相继提出过类似看法（Castle，1934；Light，1943；Lüscher，1951，1958，1960）。后来发现欧洲木白蚁 *Kalotermes flavicollis* 移植生殖蚁的咽侧体分泌液能诱导兵蚁的发育（Lüscher，1958）；用几种保幼激素类似物处理滤纸喂养黄胸散白蚁 *Reticulitermes speratus*，可以引起工蚁向前兵蚁的分化（朱湘雄等，1974）；在实验室

基金项目：四川省应用基础研究课题白蚁生物学的内容之一
第一作者简介：刘源智，男，1943年生，高级工程师，从事白蚁生物学及防治研究，E-mail：asclky@shell.scsti.ac.cn；Tel. 028－3391135
收稿日期 Received：2001-09-25；接受日期 Accepted：2001-12-30

条件下，用不断除去前兵蚁的方法，得到群体会不断产生新前兵蚁的结果（黄亮文等，1993）。以上研究结果都证实了激素活动对工蚁分化发育为兵蚁的作用是存在的。而有关生殖蚁对子代个体分化的抑制作用报道较少。近年来作者在这方面做了一些工作。

1 材料与方法

1.1 新群体的饲养

用容量为 500 g 的罐头瓶，内装少量砂泥，放 3 块浸透晾干的刺槐 *Robinia pseudoacacia* 小木片。当黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* Snyder 发生分飞时，在野外成对搜集脱翅配对的成虫，置瓶内培养新群体。适时加水保湿和添加刺槐木片补充食料。当群体发展到一定时候转移到更大容器中继续饲养。

1.2 定向培育补充生殖蚁群体

把饲养到 0.5 年、1.5 年和 2.5 年的新群体进行解剖，取出 1 头原始生殖蚁（雌或雄）或者将 1 对原始生殖蚁全数取出，其余个体全部保留并转移到直径 15 cm 高 20 cm 的玻璃缸中饲养，使它们分别形成由原始蚁王和补充蚁后共同控制的群体，或由原始蚁后和补充蚁王共同控制的群体，或完全由补充蚁王蚁后共同控制的群体。

1.3 解剖观察时间

当群体初次产生有翅成虫分飞时解剖群体。观察在不同品级生殖蚁控制下群体的分飞成熟年龄，生殖蚁的性别、品级、数量以及群体内其他品级个体的数量。分飞成熟年龄的计算，均从脱翅成虫配对建巢开始算起。

2 结果

2.1 原始生殖蚁控制的新群体的分飞成熟年龄

潘演征等（1990）报道了在成都的实验室内用马尾松木块为食料，配对饲养的黑胸散白蚁新群体，在第 9 年或第 10 年飞出了有翅成虫，并把群体发育成熟年龄分为分化成熟年龄与分飞成熟年龄两个阶段。其中原始生殖蚁健在的只有 1 个群体，是第 9 年分飞；原始生殖蚁中途夭折由补充生殖蚁接替的 2 个群体，是第 10 年分飞。根据补充生殖蚁是翅鳞型、翅芽型判断，这两个群体的原始生殖蚁夭折的时间是群体进入分化成熟年龄以后，所以分飞年龄偏大。我们在成都的实验室以刺槐为食料，配对饲养黑胸散白蚁脱翅成虫建立的新群体，其初次发生分飞的时间见表 1。

从表 1 看出，长期以刺槐为食的 6 个群体中，有 5 个群体在第 9 年发生了有翅成虫分飞，占 83.30%，与以马尾松为食的群体分飞年龄一致；只有 1 个群体发育较快，在第 7 年就发生了有翅成虫分飞，占 16.70%。6 个群体的分飞平均时间为 8.67 年。

表 1 黑胸散白蚁原始生殖蚁控制下的群体分飞成熟年龄*

Table 1 The developmental length for flight under affection of the first-form reproductives in a colony*

群体编号 Colony No.	配对时间（年/月） Paired time (y/m)	若蚁开始产生时间（年/月） Time of nymph presenting (y/m)	初次发生有翅成虫分飞时间（年/月） Time of first flight (y/m)	分飞成熟年龄（年） Developmental length for flight (y)
242	84/4	91/10	93/4	9
243	84/4	91/11	93/4	9
257	85/4	—	94/4	9
258	85/4	92/11	94/4	9
259	85/4	92/9	94/4	9
261	90/4	95/11	97/4	7

* 食料 food：刺槐 *Robinia pseudoacacia*

2.2 取出原始生殖蚁形成的补充生殖蚁群体的分飞成熟年龄

现把 3 种处理得到的 26 个群体资料，按参加实验时群体的年龄归类，结果见表 2。

在取出原始生殖蚁开始实验时观察，发展到当年年底即 0.5 年的群体，有个体 15 ~ 30 头；发展到第 2 年年底即 1.5 年的群体，有个体 260 ~ 300 头；发展到第 3 年年底即 2.5 年的群体，有个体 400 ~ 500 头。尽管参加实验群体年龄不同，群内个体数不等，但 1.5 年和 2.5 年取出原始生殖蚁由补充生殖蚁接替的群体，多在第 6 年发生有翅成虫分飞，分别占同年群体数的 77.80% 和 63.60%，第 7 年分飞的只分别占 22.20% 和 36.40%；而 0.5 年取出原始生殖蚁由补充生殖蚁接替的群体，都在第 7 年发生有翅成虫分飞，这可能是在 0.5 年群体中产生补充生殖蚁经历的时间较长之故。26 个群体的平均数为 6.38 年，这个数字比起一直由原始生殖蚁控制的群体，分飞发生平均提前了 2.29 年。

表2 黑胸散白蚁含有补充生殖蚁控制下的群体分飞成熟年龄*

Table 2 The developmental length for flight under the affection of replacement reproductives in a colony

取出原始生殖蚁时群体的年龄（年）Time of removing first-form reproductives（y）	群体数量（个）Number of colonies investigated	6年分飞的群体数（个）Flight number of colonies on 6th year	比例（%）Proportion	7年分飞的群体数（个）Flight number of colonies on 7th years	比例（%）Proportion
0.5	6	0	0	6	100
1.5	9	7	77.80	2	22.20
2.5	11	7	63.60	4	36.40

*食料 food：刺槐 *Robinia pseudoacacia*

2.3 初次发生分飞时群内个体数量

2.3.1 原始生殖蚁控制下分飞时群内个体数量：现将分飞发生时，解剖以刺槐为食的新群体，得到的群内个体数列入表3。

1990年潘演征等报道，以马尾松为食9年分飞的群体，有各类型个体共6 061头。食料不同，群体的发展不一样。刘源智等（1996）指出：在相同条件下，长期以刺槐为食的群体，发展到第6年年底，群内个体数量是以马尾松为食群体的10倍。从表5知，以刺槐为食9年分飞的群体内有各类型个体20 074～29 731头，7年分飞的群体中也有各类型个体13 749头。这说明以刺槐为食的群体发展快，但发育不一定都早，绝大多数与以马尾松为食群体的分飞成熟年龄一致。

表3 黑胸散白蚁原始生殖蚁控制下发生分飞时群内个体数量*

Table 3 Individual numbers in a colony during flight under the affection of the first-form reproductives*

群体编号 Colony No.	分飞成熟年龄（年）Developmental length for flight（y）	群内各类型个体数量（头）Individual numbers of castes in a colony					总头数（头）Total
		工蚁 Worker	兵蚁 Soldier	幼蚁 Larva	若蚁 Nymph	有翅成虫 Winged adult	
242	9	22 938	801	5 927	44	21	29 731
243	9	16 753	396	4 243	29	3	21 424
257	9	19 578	492	2 481	25	42	22 618
258	9	17 016	328	2 714	2	14	20 074
259	9	18 984	214	2 448	12	10	21 668
261	7	11 285	152	2 121	87	104	13 749

*食料 food：刺槐 *Robinia pseudoacacia*

2.3.2 补充生殖蚁控制下分飞时群内个体数量：有补充生殖蚁的群体，长期以刺槐为食，到6年或7年发生有翅成虫分飞时，其群内的个体数量远不如一直由原始生殖蚁控制的群体多，最多的才有3 458头，最少的只有850头（表4）。

表4 黑胸散白蚁补充生殖蚁控制下分飞时群内个体数量*

Table 4 Individual numbers in a colony during flight under the affection of the replacement reproductives*

取出原始生殖蚁时群体的年龄（年）Time of removing first-form reproductives（y）	统计群体数（个）Number of colonies investigated	群内个体数（头）Individual number in a colony	
		范围 Range	平均 Average
0.5	6	1 170～2 325	1 789.0
1.5	3	850～3 211	1 937.0
2.5	5	1 370～3 458	1 829.8

*食料 food：刺槐 *Robinia pseudoacacia*

2.4 补充生殖蚁群体中生殖蚁品级、性别与分飞发生早迟的关系

把26个含有补充生殖蚁的群体，按生殖蚁品级、性别分类统计，得到的结果如表5。

从表5结合表1看出，当从群体中取出1头原始生殖蚁（无论雌雄），或把1对原始生殖蚁全取出，由补充生殖蚁接替后，其群体分飞年龄都显著比一直由1对原始生殖蚁控制的群体提早，有53.85%的群体在第6年分飞，46.15%的群体在第7年发生分飞。另外，表5的结果虽然看不出因有一头原始生殖蚁（王或后）的群体会比完全由补充生殖蚁控制的群体延迟数年发生分飞的情况，但可看出完全由补充生殖蚁控制的群体，在6年发生分飞的比例最大，由原始蚁后和补充蚁王控制的群体次之，由原始蚁王和补充蚁后控制的群体最小。

2.5 补充生殖蚁群体初次分飞时群内生殖蚁的数量

当群体的原始生殖蚁被取出1头或1对之后，

群内会产生补充生殖蚁接替。其产生的数量不等，最多的有 10 头。有些补充生殖蚁是取出原始生殖蚁不久产生的，有些是随着群体的发展壮大陆续产生的。补充生殖蚁的数量是与群体的发展和群内营养供给能力相适应的。所以从表 6 可以看出，在补充生殖蚁群体中，生殖蚁的数量与分飞发生的早迟关系不大。

表 5 黑胸散白蚁补充生殖蚁群体中生殖蚁品级、性别与分飞成熟年龄的关系

Table 5 Relationship of caste and sex of replacement reproductives with the developmental length for flight in colonies of *Reticulitermes chinensis* Snyder

生殖蚁品级、性别 Caste and sex of reproductives	第 6 年分飞 Flight on 6th year		第 7 年分飞 Flight on 7th year	
	群体数（个） Number of colony	占总数比例（%） Percentage	群体数（个） Number of colony	占总数比例（%） Percentage
由原始蚁王和补充蚁后控制群体 colonies under affection of founding king and replacement queens	3	11.54	6	23.07
由原始蚁后和补充蚁王控制群体 colonies under affection of founding queen and replacement kings	4	15.39	4	15.39
由补充蚁王和补充蚁后控制群体 colonies under affection of replacement repro ductives	7	26.92	2	7.69
合计 total	14	53.85	12	46.15

表 6 黑胸散白蚁补充生殖蚁群体中生殖蚁数量与分飞成熟年龄的关系

Table 6 Relationship of number of replacemant reproductives with the developmental length for flight in colonies of *Reticulitermes chinensis* Snyder

生殖蚁数量（头） Number of reproductives	第 6 年分飞的群体数（个） Number of colonies for flight on 6th year	第 7 年分飞的群体数（个） Number of colonies for flight on 7th year
2	6	5
3	2	3
4	1	3
5	2	0
6	1	1
7	1	0
8	0	0
9	0	0
10	1	0

3 黑胸散白蚁不同品级生殖蚁对子代个体分化的抑制作用探讨

“抑制学说”主张白蚁的生殖个体及兵蚁等品级能分泌各种外激素。外激素内含抑制物质，这些抑制性物质在巢群幼蚁间经过相互喂哺进行传布，使幼蚁中生殖个体和兵蚁的发育受到抑制。在整个群体的发展过程中，当种群逐步增大或生殖减退时，对于个别没有分化的幼蚁就有免受抑制的机会，得到发育，增加该品级的个体数，使之达到调节和平衡的作用。根据以上实验，结合唐国清等（1990）及刘源智等（1994）对补充生殖蚁群体的研究结果，就黑胸散白蚁不同品级生殖蚁对子代个体的抑制作用，谈一些初步看法。

3.1 1 对原始生殖蚁对子代个体分化的抑制作用

黑胸散白蚁 1 对原始生殖蚁对子代个体分化的抑制作用表现在两个方面。一是抑制补充生殖蚁的产生，二是抑制分化产生新一代的生殖蚁即若蚁（有翅成虫的幼蚁）。其抑制的对象也是不同的，前者抑制子代个体中的工蚁和若蚁等，后者抑制子代个体中的幼蚁。抑制作用的强弱主要表现在抑制时间的长短上。这两种抑制作用在群体内的持续时间是基本一致的。在群体建立的最初几年，群内既无补充生殖蚁产生，又无具翅芽的若蚁产生，而到了群体开始产生有极其微小翅芽的若蚁，进入分化成熟阶段后，在一些群体中，同时见到了数头未发育的补充生殖蚁，已观察到 6 个群体有这种现象，占解剖有若蚁群体的 60%。

3.2 补充生殖蚁对子代个体分化的抑制作用

黑胸散白蚁的补充生殖蚁抑制子代幼蚁分化产

生若蚁的作用是存在的，但不如1对原始生殖蚁的抑制作用强。无论是完全由补充生殖蚁控制的群体，或者是1头原始生殖蚁与产生的补充生殖蚁相配的群体，都不会很快就在群体的幼蚁中分化产生若蚁，而是要经历一段时间的发展才分化产生若蚁。由于取出原始生殖蚁时群体年龄不一致，群内子代个体的数量和发展阶段所经历的时间都会有差异，据多年的实验室饲养观察测算，其变动为2～5年。而一直由1对原始生殖蚁控制的群体，发展阶段经历的时间变动为5.5～7.5年。

以上结果与刘源智等（1994，1998）指出的补充生殖蚁群体发展快、发育早，是伴随着群体的发展而发育和补充生殖蚁群体的发育阶段是原群体发育阶段的继续并不矛盾。由于取材和研究方法不同，在群体分化 成熟的年龄上有点出入，但总的趋势是吻合的，都比由1对原始生殖蚁控制的群体发育早，反映了补充生殖蚁的控制能力弱。

3.3 1头原始生殖蚁与相配的补充生殖蚁对子代个体分化的抑制作用

1头原始生殖蚁和相配的补充生殖蚁共同控制的群体，与完全由补充生殖蚁控制的群体，对子代幼蚁分化产生若蚁的抑制能力，在持续时间上没有差别，只是完全由补充生殖蚁控制的群体，在第6年分飞的比例最高，由原始蚁后和补充蚁王共同控制的群体次之，由原始蚁王和补充蚁后共同控制的群体最低。这说明抑制作用是建立在1对原始生殖蚁两性合作基础之上的。单独1头原始生殖蚁的抑制作用，会降到与相配的补充生殖蚁雷同。

保留下来的1头原始生殖蚁在抑制子代幼蚁分化产生若蚁的作用虽未得到充分发挥，然而到群体发生有翅成虫分飞时（6年），实验的群体中都未产生与它性别相同的补充生殖蚁，表明它抑制同性补充生殖蚁产生的作用这时还依然存在，但到第2年再次产生有翅成虫分飞时（7年），这种作用就开始消失，因已在一个由补充蚁王和原始蚁后控制的群体中观察到补充蚁后的产生。而补充生殖蚁的这种抑制作用则十分微弱，解剖时观察到1头原始蚁王与多头补充蚁后相配和1头原始蚁后与多头补充蚁王相配的群体不少，从体形大小、颜色深浅来看，多是群体发展以后陆续产生的。

3.4 决定群体由发展向发育方向转化的因素

黑胸散白蚁群体分飞时的群内个体多少，实质上反映了群体的营养状况和营养物质的提供能力。群体内个体多，提供营养物质的能力强，是群体发育的基础。单用一直由原始生殖蚁控制，长期以马尾松为食第9年分飞的群体，与一直由原始生殖蚁控制长期以刺槐为食第7年分飞的群体相比，可以说是群体发展快、群体发育早，但以刺槐为食的绝大多数群体都仍在第9年发生分飞，其群内个体数是以马尾松为食第9年分飞群体的3倍以上，就不一定全是群体发展快、群体发育早。表明决定群体由发展向发育方向转化的因素不是惟一的，还与生殖蚁分泌外激素的强弱有关，也许还有其他因素。由原始生殖蚁与补充生殖蚁共同控制的群体和完全由补充生殖蚁控制的群体，在初次发生有翅成虫分飞时，群内的个体都不多，最多的不足3 500头，就进一步说明了这一点。因此，可以初步认为，群体发展快慢在品级分化的调节上起到不可忽视的作用。但一定要在生殖蚁分泌外激素的能力开始减弱后才能发挥效应。

致谢 本项研究在中国科学院上海昆虫研究所夏凯龄教授指导下完成，文稿蒙夏凯龄教授、南京白蚁防治研究所高道蓉教授、广东昆虫研究所平正明先生审阅并提出宝贵修改意见，在此一并致谢。

参 考 文 献 （References）

Castle G B，1934. The experimental determination of caste differentiation in termites. *Science*，80（2075）：314.

Huang L W *et al*.，1993. Caste differentiation in *Coptotermes formosanus* Shiraki. *Sci*. *Tech*. *Termites*，10（2）：8－10.［黄亮文等，1993. 家白蚁的品级分化. 白蚁科技，10（2）：8－10］

Light S F，1942－1943. The determination of the castes of social insects. *Quart*. *Rev*. *Biol*.，17（4）：312－326；18（1）：43－46.

Light S F，1944. Experimental studies on ectohormonal control of the development of supplementary reproductives in the termite genus *Zootermopsis*. *Univ*. *Calif*. *Publ*. Zool.，43（17）：413－454.

Liu Y Z，Tang T Y，1994. The colony development and growth by substitute reproductives of *Reticulitermes chinensis*. *Acta Entomologica Sinica*，37（1）：38－43.［刘源智，唐太英，1994. 黑胸散白蚁补充生殖蚁群体的发展与发育规律. 昆虫学报，37（1）：38－43］

Liu Y Z，Pan Y Z，Tang G Q，Tang T Y，1996. Influence of environmental factors on the colonization of *Reticulitermes chinensis* Snyder. *Acta Entomologica Sinica*，39（4）：375－382.［刘源智，潘演征，唐国清，唐太英，1996. 黑胸散白蚁新群体的建立和发展与环境条件的关系. 昆虫学报，39（4）：375－382］

Liu Y Z *et al*.，1998. Biology and Control of Termites in China. Chengdu：Publishing House of Chengdu Science and Technology University. 30.［刘源智等，1998. 中国白蚁生物学及其防治. 成都：成都科技大学出版社. 30］

Lüscher M，1951. New evidence for an ectohormonal control of caste determination in termites. *Trans*. *9th Int*. *Congr*. *Ent*. *Amsterdam*，1：289

– 294.

Lüscher M，1958. Experimentelle Erzeugung von soldaten bei der Termite *Kalotermes flavicollis*（Fabr.）. *Naturwissenschaften Jahrg*.，45（3）：66 – 70.

Lüscher M，1960. Hormonal control of caste determination in termites. *Ann. New York Acad. Sci*.，89（3）：549 – 563.

Lüscher M，1961. Social control of polymorphism in termites. In：Kennedy J S ed. Insect Polymorphism. Roy. Ent. Soc. 57 – 67.

Pan Y Z，Liu Y Z，Tang G Q，1990. The establishment and development of colonies in *Reticulitermes chinensis* Snyder. *Acta Entomologica Sinica*，33（2）：200 – 206.［潘演征，刘源智，唐国清，1990. 黑胸散白蚁新群体的建立及发展规律. 昆虫学报，33（2）：200 – 206］

Pickens A L，1932. Observations on the genus *Reticulitermes* Holmgren. *Pan-Pacific Ent*.，8（4）：178 – 180.

Tang G Q，Liu Y Z，1990. Observations on the production and development of replacement reproductives of *Reticulitermes chinensis* Snyder. *Acta Entomologica Sinica*，33（1）：43 – 48.［唐国清，刘源智，1990. 黑胸散白蚁补充型生殖蚁的产生及发育的观察. 昆虫学报，33（1）：43 – 48］

Zhu X X［Chu H H］，Dai J D，Chen Z F，Jin M W，1974. Induction of soldier differentiation in the termite *Reticulitermes flaviceps* Oshima with juvenile hormone analogues. *Acta Entomologica Sinica*，17（2）：161 – 165.［朱湘雄，戴季达，陈志辅，金美文，1974. 保幼激素类似物对黄胸散白蚁兵蚁分化的诱导. 昆虫学报，17（2）：161 – 165］